Archive of SID

ارزیابی عصاره جلبک قرمز جانیا (*Jania adhaerens* J.V. Lamouroux) به‌عنوان مکمل غذایی در ماهی کفال خاکستری (*Mugil cephalus*)

- **پریا اکبری***: گروه شیلات، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران
- **فرزانه دباشی**: گروه شیلات، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۹٦ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹٦

چکیده

هدف از این تحقیق، ارزیابی استفاده از عصاره جلبک قرمز جانیا (*Jania adhaerens*) برای اولین‌بار به‌عنوان مکمل غذایی بر عملکرد رشد، تغذیه، ترکیب شیمیایی بدن و آنزیم‌های گوارشی ماهی کفال خاکستری (*Mugil cephalus*) می‌باشد. چهار رژیم غذایی به‌ترتیب حاوی ۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ گرم عصاره جلبک جانیا بر کیلوگرم غذا تهیه شد. ۱۲۰ قطعه ماهی کفال خاکستری با میانگین وزنی ۲/۰۱±۱٤/۹۵ (میانگین± خطای معیار) گرم در ٤ گروه برطبق رژیم‌های غذایی مختلف به‌صورت تصادفی به‌ترتیب ۰ (گروه شاهد)، ۵ ، ۱۰ و ۱۵ گرم عصاره جانیا بر کیلوگرم غذا تقسیم‌بندی شدند. بین گروه‌های آزمایشی و گروه شاهد از نظر وزن نهایی، میزان غذای دریافتی، میزان افزایش وزن به‌دست آمده، راندمان مصرف پروتئین و راندمان مصرف چربی اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($P<0/05$). هم‌چنین بیش‌ترین میزان شاخص‌های فوق در گروه حاوی ۱۰ گرم عصاره جانیا بر کیلوگرم غذا مشاهده شد. بیش‌ترین میزان پروتئین خام، رطوبت لاشه، فعالیت آنزیم‌های پروتئآز، آمیلاز و لیپاز و کم‌ترین میزان چربی در گروه حاوی ۱۵ گرم جانیا بر کیلوگرم غذا مشاهده شد. هرچند از نظر فعالیت آنزیم لیپاز بین گروه ۱۰ و ۱۵ گرم جانیا بر کیلوگرم غذا اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P>0/05$). در کل، نتایج این تحقیق نشان داد که ماهیان کفال تغذیه شده با رژیم غذایی حاوی ۱۰ و ۱۵ گرم عصاره جانیا بر کیلوگرم غذا عملکرد رشد، تغذیه، ترکیب لاشه و فعالیت آنزیم‌های گوارشی بهتری را در مقایسه با تیمار شاهد نشان دادند و استفاده از ۱۰ گرم عصاره جانیا بر کیلوگرم غذا در جیره غذایی ماهی کفال خاکستری توصیه می‌گردد.

کلمات کلیدی: جلبک دریایی قرمز، ماهی کفال خاکستری، عملکرد رشد، فعالیت آنزیم‌های گوارشی

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: paria.akbary@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

بیش از ۵۰ درصد از هزینه عملیاتی در پرورش متراکم ماهیان را بخش تغذیه به‌خود اختصاص می‌دهد (Lovell، ۲۰۰۲). از آن جایی‌که پودر ماهی یکی از منابع پروتئینی بسیار گران‌قیمت در جیره غذایی می‌باشد لذا در طول دهه گذشته، تلاش‌های زیادی برای جایگزینی منابع پروتئینی گیاهی (سویا، حبوبات و دانه‌های روغنی) با پودر ماهی در رژیم غذایی ماهیان صورت گرفته است (Borquez و همکاران، ۲۰۱۰). از طرف دیگر عدم تطابق پروفایل اسیدهای آمینه و اسیدهای چرب و وجود عوامل ضدتغذیه‌ای در منابع پروتئینی گیاهی نظیر سویا، نخود فرنگی و کلزا، استفاده از آن‌ها را در جیره غذایی ماهی را با محدودیت روبه‌رو ساخته است (Geurden و همکاران، ۲۰۰۵). اخیراً ماکروآلگ‌ها به‌عنوان یکی از عناصر غذایی با پتانسیل مناسب در آبزی‌پروری مورد توجه قرار گرفته است. اگرچه اختصاصات غذایی ماکروآلگ‌ها همانند منابع پروتئینی گیاهان خشکی به‌خوبی شناخته‌نشده است ولی ترکیب شیمیایی آن‌ها نشان می‌دهد که محتوی مقادیر کمی چربی (۷/۲-۰/۳ گرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک)، متوسط پروتئین (۳۰-۱۰ گرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک)، غنی از پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای (پکنین، اسید آلژنیک، آگار و کاراگنین)، مواد معدنی و ویتامین‌ها می‌باشند (Valente و همکاران، ۲۰۱۵). اثر جلبک‌های دریایی به‌عنوان مکمل غذایی در جیره غذایی آبزیان در ارتباط با گونه جلبک، سطوح استفاده از آن و گونه ماهی متفاوت می‌باشد. مطالعات متعددی در زمینه اهمیت جلبک‌های ماکروسکوپی به‌عنوان منابع پروتئینی در جیره غذایی آبزیان و اثر آن بر عملکرد رشد (Valente و همکاران، ۲۰۰۶؛ Soler-Vila و همکاران، ۲۰۰۹؛ Taboada و همکاران، ۲۰۱۳)، ترکیب لاشه (Wassef و همکاران، ۲۰۱۵؛ Choi و همکاران، ۲۰۰۱) و فعالیت آنزیم‌های گوارشی (Akbary و Shahraki، ۲۰۱۷؛ Davis و همکاران،۱۹۹۷) در گونه‌های مختلف آبزیان صورت گرفته است. به‌عنوان مثال، استفاده از جلبک ماکروسکوپی به‌عنوان مکمل غذایی در سیم دریایی قرمز (*Pagrus major*) (Mustafa و همکاران، ۱۹۹۵) و کفشک ماهی زیتونی (*Paralichthys olivaceus*) منجر به بهبود عملکرد رشد شد. El- Tawil (۲۰۱۰) نشان داد که ماهی تیلاپیای قرمز (*Orechromis* sp) تغذیه شده با ۱۵ درصد مکمل غذایی جلبک الوا (*Ulva* sp) بیش‌ترین رشد را داشت. درحالی‌که در ماهی کفال پوزه ضخیم (*Chelon labrosus*) تغذیه‌شده با مکمل غذایی جلبک *Porphyra* sp رشد کاهش معنی‌داری را درمقایسه با شاهد نشان داد (Davis و همکاران، ۱۹۹۷). Akbary و Shahraki (۲۰۱۵) گزارش کردند که افزودن ۱۵ گرم/کیلوگرم عصاره جلبک پادینا (*Padina astralis*) به جیره غذایی ماهی کفال خاکستری (*Mugil cephalus*) منجر به بهبود شاخص‌های رشد، تغذیه، کیفیت لاشه و افزایش اسیدهای چرب چند زنجیره‌ای در این ماهی شد. از آن‌جایی‌که پراکنش جلبک‌های ماکروسکوپی در سواحل خلیج فارس و دریای عمان زیاد است و سرشار از پروتئین است لذا می‌تواند جایگزین مناسبی به‌جای ترکیبات گران‌قیمت غذای آبزیان گردد (Zheng و همکاران، ۲۰۱۲). تحقیق صورت گرفته در زمینه اثر اضافه نمودن جلبک قرمز (*Pyropia yezoensis*) به جیره غذایی کفشک ماهی زیتونی نشان داد که اضافه نمودن عصاره جلبک به جیره غذایی منجر به افزایش رشد، ایمنی و افزایش سطح اسیدهای چرب چندزنجیره (PUFA) شد (Choi و همکاران، ۲۰۱۵). هم‌چنین نتایج مشابه در ارتباط با اثر جلبک قرمز (*P. yezoensis*) بر روی عملکرد رشد سیم دریایی (*Pagrus major*) به‌دست آمده است (Mustafa و همکاران، ۱۹۹۵). از آن‌جاکه تاکنون مطالعه‌ای در خصوص استفاده از جلبک قرمز جانیا (*Jania adhaerens*) بر رشد، تغذیه، ترکیب شیمیایی و آنزیم‌های گوارشی در ماهی کفال خاکستری صورت نگرفته و نظر به اهمیت کفال ماهیان خاکستری به‌عنوان یکی از ذخایر مهم شیلاتی و امکان تکثیر در شرایط مصنوعی و نیمه‌مصنوعی و هم‌چنین قابلیت پرورش در استخرهای خاکی و قدرت سازگاری به محدوده وسیعی از دما، شوری و شرایط تغذیه‌ای (Porfaraj و همکاران، ۲۰۱۳)، این تحقیق به‌منظور بررسی پودر جلبک جانیا به‌عنوان مکمل غذایی بر رشد، تغذیه، ترکیب شیمیایی لاشه و آنزیم‌های گوارشی در ماهی کفال خاکستری انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

ماهی و شرایط پرورش: این پژوهش در بهمن ماه ۱۳۹۵ در کارگاه تکثیر و پرورش ماهی مرکز تحقیقات شیلاتی آب‌های دور چابهار انجام شد. ۱۲۰ قطعه ماهی کفال خاکستری از سواحل چابهار به‌کمک صیاد به‌روش پره ساحلی، صید و به محل آزمایش انتقال داده شد. پس از طی مرحله سازگاری به‌مدت دو هفته و اطمینان از سلامتی آن‌ها، ماهی‌ها با میانگین وزنی ۲/۰۱±۱۴/۹۵ گرم و میانگین طولی ۰/۰۶±۲۱/۱۰ سانتی‌متر شمارش شده و با تراکم ۱۰ قطعه به ۱۲ مخزن ۶۰ لیتری منتقل شدند. در طول دوره، پارامترهای آب اندازه‌گیری شد. به‌طور میانگین در کل دوره درجه حرارت آب ۰/۵±۲۸/۲ درجه سانتی‌گراد، اکسیژن محلول ۰/۸۷±۷/۰۱ میلی‌گرم بر لیتر و pH آب ۰/۴±۷/۸ بود. در طی دوره آزمایش فتوپریود به‌صورت ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی. تیمارهای مورد استفاده در تحقیق حاضر شامل تیمار شاهد (غذای تجاری (۴۸ درصد پروتئین، ۱۱ درصد چربی، ۱۱ درصد خاکستر و ۷/۳ درصد رطوبت) با سایز ۱/۴ میلی‌متر ساخت شرکت تعاونی تولیدی ۲۱ بیضاء شیراز) و ۴ تیمار با سطوح ۵، ۱۰، و ۱۵ گرم بر کیلوگرم پودر جلبک کلرلا بودند که با سه تکرار برای هر تیمار در طی یک دوره ۶۰ روزه مورد استفاده قرار گرفتند.

تهیه جلبک قرمز جانیا و آماده‌سازی عصاره: جمع‌آوری جلبک جانیا از سواحل تیس واقع در ۵ کیلومتری بندر چابهار هنگام جذر صورت گرفت و با کلید شناسایی مرکز تحقیقات شیلاتی آب‌های دور چابهار مورد تایید و سپس در فضای آزاد و به‌دور از نور مستقیم خورشید خشک و توسط دستگاه هم‌زن برقی کاملاً به‌حالت پودر تبدیل شدند. ۵۰ گرم از پودر حاصل را درون فیلتر استوانه‌ای دستگاه سوکسله ریخته سپس ۴۰۰ میلی‌لیتر از حلال متانول را درون فلاسک دستگاه

www.SID.ir

Archive of SID

ریخته و با نصب کامل دستگاه سوکسله (اتصال فلاسک به مبرد و سوکسله) منبع حرارت‌دهنده دستگاه‌روشن گردید. در این‌حال با تبخیر مرتب حلال از بالن تحتانی، به‌طور مداوم حلال خالص بر روی ماده گیاهی قرار گرفته و موجب خروج کامل مواد موثره از درون سلول‌های جلبک گردید پس از ۱۲ ساعت محتویات فلاسک در دستگاه دسیکاتور در شرایط خلاء کاملا خشک گردید و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شد (Harikrishnan و همکاران، ۲۰۰۳).

آماده‌سازی جیره و غذادهی به ماهیان: به‌منظور اضافه نمودن سطوح مختلف مکمل به غذای کنسانتره ابتدا مقدار غذا را برای کل دوره (۶۰ روز) برای هر تیمار محاسبه سپس با درصد مشخصی آب مقطر (۴۰ میلی‌لیتر) عصاره را به جیره اضافه نموده تا به‌حالت خمیری درآمد. با استفاده از چرخ گوشت با اندازه چشمه ۱/۴ میلی‌متری خمیر عبور داده شد و به‌شکل پلت در مجاورت هوا خشک گردید و سپس برای مصرف در کل دوره آزمایش در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شد (Choi و همکاران، ۲۰۱۵). مقدار غذای روزانه با توجه به درصد وزن بدن (توده زنده) محاسبه شد و در نوبت صبح و عصر به‌میزان ۵٪ وزن بدن (در حد سیری) در اختیار ماهیان قرار گرفت.

زیست‌سنجی و بررسی پارامترهای رشد و تغذیه: به‌منظور اندازه‌گیری شاخص‌های رشد، در انتهای آزمایش تمام ماهیان هر مخزن خارج شده و وزن (با دقت ۰/۰۱ گرم) و طول (با دقت ۱ میلی‌متر) آن‌ها ثبت گردید. با استفاده از داده‌های حاصل از زیست‌سنجی‌ها، میزان پروتئین موجود در غذا و اندازه‌گیری پروتئین لاشه، شاخص‌های رشد میزان رشد روزانه، میزان غذای دریافتی، ضریب تبدیل غذایی، راندمان مصرف پروتئین و راندمان مصرف چربی تعیین شد (Wahli و همکاران، ۲۰۰۳):

میزان رشد روزانه (DGR): $DGR = \frac{[(WG\times ۱۰۰)/(Wi + Wf)/۲)]}{t}$

Wf= وزن نهایی (گرم)، Wi= وزن اولیه (گرم)، WG= افزایش وزن به‌دست آمده (گرم)

ضریب تبدیل غذایی (FCR): $FCR = \frac{F}{Wf-Wi}$

F= مقدار غذای مصرف شده (گرم)، Wf= وزن نهایی (گرم)، Wi= وزن اولیه (گرم)

میزان غذای دریافتی (VFI): $VFI = \frac{۱۰۰ \times \text{crude feed intake}/ (Wf + Wi/۲)}{t}$

Wf= وزن نهایی (گرم)، Wi= وزن اولیه (گرم)

راندمان مصرف پروتئین (PER): $PER = \frac{BWf-BWi}{AP}$

BWf=وزن‌نهایی (گرم)، BWi= وزن اولیه (گرم)، AP= مقدار پروتئین داده شده به هر ماهی

راندمان مصرف چربی (PER): $PER = \frac{BWf-BWi}{AL}$

BWf= وزن نهایی (گرم)، BWi= وزن اولیه (گرم)، AL= مقدار چربی داده شده به هر ماهی

آنالیز لاشه: به‌منظور تعیین ترکیب لاشه، در پایان دوره آزمایش (روز ۶۳) از هر مخزن آزمایش، به‌صورت تصادفی ۳ قطعه لارو ماهی پس از تحمل ۲۴ ساعت گرسنگی، صید شده و به‌منظور تجزیه ترکیب شیمیایی لاشه به آزمایشگاه شبکه دامپزشکی چابهار منتقل شد. تجزیه شیمیایی ترکیب لاشه براساس روش استاندارد AOAC انجام گرفت. میزان پروتئین لاشه از روش کلدال، چربی با استفاده از روش سوکسله و از طریق حل نمودن چربی در اتر، رطوبت از طریق قرار دادن نمونه در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد و توزین نمونه بعد از خنک شدن و خاکستر از طریق سوزاندن نمونه در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۶ ساعت و توزین نمونه پس از خنک شدن محاسبه شدند (AOAC، ۱۹۸۹).

هموژنیزه کردن روده: به‌منظور تعیین میزان آنزیم‌های لیپاز، آمیلاز و پروتئاز گوارشی، در پایان دوره آزمایش (روز ۶۰)، ۴۸ ساعت قبل از نمونه‌برداری غذادهی قطع گردید (Dequara و همکاران، ۲۰۰۳) تا دستگاه گوارش آن‌ها از مواد غذایی تخلیه شود (Das و Tripathi، ۱۹۹۱). سپس ماهیان را با استفاده از یک سوزن بلند قطع نخاع کرده و سریعاً در مجاورت یخ (به‌منظور به‌حداقل رساندن تغییر فعالیت آنزیمی) کالبدشکافی آن‌ها صورت گرفت سپس روده با دقت جدا شد و روده در محور طولی با دقت بریده شد و محتویات داخل آن تخلیه و سپس با آب مقطر به‌خوبی شسته شد (Chong و همکاران، ۲۰۰۲) تا مواد غذایی باقی‌مانده در روده خارج شود. بعد بلافاصله در شرایط انجماد در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شد سپس نمونه از شرایط انجماد خارج و وزن گردید و بعد با نسبت وزنی به حجمی (w/v) ۱ به ۵ با کلرید سدیم ۰/۲ مولار مخلوط شدند (Gawlicka و همکاران، ۲۰۰۰) و در حضور یخ عمل یکنواخت‌سازی با همزن برقی صورت گرفت. سپس سوسپانسیون حاصله با سرعت ۱۵۰۰۰ دور در هر دقیقه به‌مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفوژ شده سپس محلول رویی در میکروتیوب‌های ۱/۵ میلی‌لیتری (با سه تکرار برای هر تیمار) به‌منظور سنجش آنزیمی جمع‌آوری شدند.

فعالیت آنزیم‌های گوارشی: میزان فعالیت آنزیم آمیلاز براساس روش Natalia و همکاران (۲۰۰۴) در جذب نوری ۵۴۰ نانومتر، میزان فعالیت آنزیم پروتئاز در جذب نوری ۲۸۰ نانومتر و میزان فعالیت آنزیم لیپاز به‌روش King (۱۹۷۲) در جذب نوری ۴۸۰ نانومتر با استفاده از محلول‌ها و استانداردهای مربوطه و کیت‌های تجاری (پارس آزمون، تهران) مورد سنجش قرار گرفتند.

آنالیز آماری: تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از اندازه‌گیری شاخص‌های رشد، تغذیه، ترکیب لاشه و فعالیت آنزیم‌های گوارشی با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) و آزمون مقایسه چند دامنه‌ای دانکن، در سطح احتمال ۵٪ بین تیمارهای مختلف صورت گرفت. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS ۱۶ در محیط ویندوز XP استفاده گردید.

نتایج

شاخص‌های رشد و تغذیه: نتایج مربوط به شاخص‌های رشد و تغذیه در تیمارهای مختلف در ماهی کفال خاکستری تغذیه شده با

www.SID.ir

Archive of SID

رژیم های غذایی مختلف در پایان دوره آزمایش (روز ۶۰) در جدول ۱ آورده شده است. در شروع آزمایش، اختلاف معنی‌داری بین وزن و طول اولیه تیمارها و گروه کنترل مشاهده نشد (P>۰/۰۵). همان‌گونه که نتایج نشان می‌دهد در شاخص‌های وزن نهایی، میزان غذای دریافتی، افزایش وزن به‌دست آمده، راندمان مصرف پروتئین، راندمان مصرف جربی و نرخ رشد ویژه تنها تیمار ۳ با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری دارد و بین سایر تیمارها با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (P>۰/۰۵). بیشترین میزان وزن نهایی، افزایش وزن به‌دست آمده، راندمان مصرف چربی، راندمان مصرف پروتئین و نرخ رشد ویژه در تیمار ۳ مشاهده شد. هم‌چنین کمترین میزان غذای دزیافتی در تیمارهای تغذیه شده با عصاره جلبک مشاهده شد. ضریب تبدیل غذایی، ضریب وضعیت، شاخص کبدی و بقاء بین تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (P>۰/۰۵).

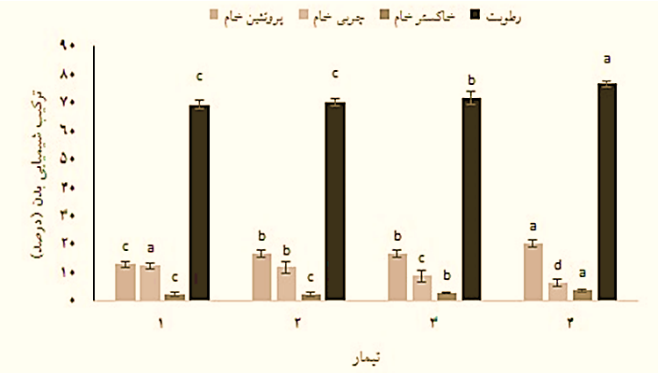
ترکیب‌شیمیایی بدن ماهی: نتایج اثرات سطوح مختلف عصاره جلبک جانیا بر ترکیبات شیمیایی بدن ماهی کفال خاکستری در روز ۶۰ ام در شکل ۱ آمده است. در پایان دوره آزمایش از نظر میزان پروتئین‌خام، چربی‌خام، خاکستر و رطوبت اختلاف‌معنی‌داری مشاهده شد (P<۰/۰۵). در ارتباط با میزان پروتئین خام و خاکستر بیش‌ترین و کم‌ترین میزان به‌ترتیب در تیمار ۴ و گروه شاهد ثبت گردید (شکل ۱). هم‌چنین در ارتباط با محتوای چربی خام بیش‌ترین و کم‌ترین میزان به‌ترتیب در تیمار شاهد و تیمار ۴ دیده شد (شکل ۱). هم‌چنین بین تیمار۱ و ۲ از نظر میزان رطوبت اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (P<۰/۰۵)، اما بیش‌ترین میزان رطوبت در تیمار ۴ ثبت گردید (P<۰/۰۵).

جدول ۱: مقایسه میانگین (میانگین± خطای معیار) شاخص‌های رشد و تغذیه در تیمارهای مختلف در پایان دوره آزمایش (روز ۶۰)

	تیمار			
	۱	۲	۳	۴
وزن اولیه (گرم)	۱۵/۰۳±۰/۱۲^{a}	۱۴/۸۸±۰/۰۹^{a}	۱۴/۹۷±۰/۱۱^{a}	۱۴/۹۳±۰/۱۱^{a}
طول اولیه (سانتی‌متر)	۱۱/۰۵±۰/۱۴^{a}	۱۱/۰۸±۰/۱۰^{a}	۱۱/۰۱±۰/۱۳^{a}	۱۱/۲۹±۰/۱۴^{a}
طول نهایی (سانتی‌متر)	۱۴/۰۲±۰/۳۹^{b}	۱۴/۲۹±۰/۱۴^{b}	۱۵/۴۰±۰/۴۱^{a}	۱۴/۷۳±۰/۲۶^{ab}
وزن نهایی (گرم)	۳۷/۸۶±۲/۹۰^{c}	۴۸/۲۳±۰/۷۳^{b}	۵۴/۳۴±۱/۵۰^{a}	۴۵/۷۸±۱/۷۱^{b}
میزان غذای دریافتی (درصد)	۱/۶۴±۰/۱۳^{a}	۱/۲۷±۰/۰۳^{b}	۱/۰۶±۰/۰۷^{b}	۱/۳۱±۰/۰۶^{b}
میزان افزایش وزن به‌دست آمده (درصد)	۱۵۱/۳۳±۱۸/۶۴^{c}	۲۲۴/۲۱±۵/۴۶^{b}	۲۶۳/۳۶±۱۰/۷۷^{a}	۲۰۶/۸۰±۱۱/۶۲^{b}
میزان رشد روزانه به‌دست آمده (درصد)	۶/۲۲±۰/۸۲^{a}	۷/۶۳±۰/۳۲^{a}	۷/۴۹±۰/۶۴^{a}	۷/۰۹±۰/۴۲^{a}
ضریب تبدیل غذایی	۱/۰۵±۰^{a}	۱/۰۴±۰^{a}	۱/۰۴±۰^{a}	۱/۰۴±۰^{a}
راندمان مصرف پروتئین	۳/۰۵±۰/۳۷^{c}	۴/۵۲±۰/۱۱^{b}	۵/۳۰±۰/۲۱^{a}	۴/۱۶±۰/۲۳^{b}
راندمان مصرف چربی	۱۲/۷۱±۱/۵۶^{c}	۲۰/۳۸±۰/۴۹^{ab}	۲۳/۱۰±۰/۹۴^{a}	۱۸/۴۶±۱/۰۳^{b}
نرخ رشد ویژه (درصد)	۱/۴۶±۰/۱۳^{c}	۱/۹۵±۰/۰۳^{ab}	۲/۱۳±۰/۰۵^{a}	۱/۸۴±۰/۰۶^{b}
شاخص وضعیت (درصد)	۱/۴۵±۰/۱۶^{a}	۱/۶۶±۰/۰۶^{a}	۱/۶۲±۰/۱۸^{a}	۱/۴۶±۰/۰۹^{a}
بقاء (درصد)	۸۵/۷۱±۰/۸۳^{a}	۸۶/۸۸±۲/۲۱^{a}	۸۹/۸۹±۲/۲۵^{a}	۸۹/۰۵±۱/۳۶^{a}

وجود حروف غیرهمسان در هر ردیف نشانه اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵) تیمار۱ تا ۴ به‌ترتیب حاوی ۰، ۵،۰ ،۱۰ و ۱۵ گرم عصاره جلبک جانیا بر کیلوگرم است.

فعالیت آنزیم‌های گوارشی‌ماهی: نتایج مربوط به میزان فعالیت آنزیم‌های لیپاز، آمیلاز و پروتئاز روده ماهی کفال خاکستری تغذیه شده با رژیم‌های غذایی مختلف در پایان دوره آزمایش (روز ۶۰) در شکل‌های ۲ و ۳ آورده شده است. اضافه نمودن عصاره جلبک جانیا به جیره غذایی با غلظت‌های مختلف منجر به افزایش معنی‌دار میزان فعالیت آنزیم آمیلاز درمقایسه با تیمارشاهد شد(P<۰/۰۵). بیش‌ترین میزان‌فعالیت آنزیم‌های گوارشی در روده ماهی کفال خاکستری تغذیه شده‌با۱۵گرم‌عصاره‌جلبک‌درهر کیلوگرم غذا مشاهده شد. (P<۰/۰۵) درحالی‌که میزان فعالیت آنزیم لیپاز و پروتئاز در بین ماهی‌های تغذیه شده‌با ۱۰ و ۱۵گرم عصاره جلبک و در هر کیلوگرم غذا (تیمار۳ و ۴) اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند (P>۰/۰۵).

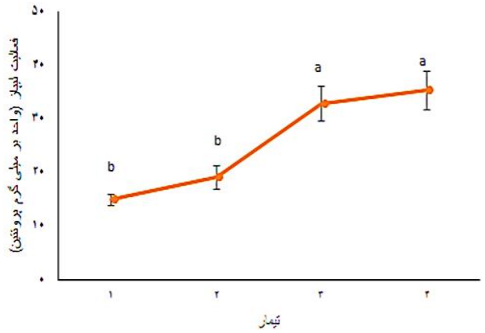


شکل ۱: نمودار میانگین و خطای معیار میزان ترکیب شیمیایی بدن ماهی کفال خاکستری در تیمارهای مختلف (۰،۵،۱۰و ۱۵ گرم عصاره جلبک جانیا در هر کیلوگرم غذا) در پایان دوره آزمایش

حروف نامشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارها است (p<۰/۰۵).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲: نمودار میانگین و خطای معیار میزان فعالیت آنزیم لیپاز روده ماهی کفال خاکستری در تیمارهای مختلف (۱۰،۵،۰و ۱۵ گرم عصاره جلبک جانیا در هر کیلوگرم غذا) در پایان دوره آزمایش

حروف نامشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارها است (p<۰/۰۵).

شکل ۳: میانگین و خطای معیار میزان فعالیت آنزیم آمیلاز و پروتئاز روده ماهی کفال خاکستری در تیمارهای مختلف (۱۰،۵،۰و ۱۵ گرم عصاره جلبک جانیا در هر کیلوگرم غذا) در پایان دوره آزمایش

حروف نامشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارها است (p<۰/۰۵).

بحث

تغییرات شاخص‌های رشد و تغذیه در بین تیمارهای مختلف در این تحقیق، نشان داد که در پایان دوره آزمایش، اضافه نمودن مقادیر مختلف عصاره جلبک به جیره غذایی، منجر به افزایش معنی‌داری در مقادیر وزن نهایی، میزان افزایش وزن به‌دست آمده، راندمان مصرف پروتئین، راندمان مصرف چربی و نرخ رشد ویژه در مقایسه با تیمار شاهد شد (P<۰/۰۵) درحالی‌که بیش‌ترین میزان شاخص‌های فوق در تیمار ۳ مشاهده شد و بین تیمار ۲ و ۴ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد(P>۰/۰۵).میزان غذای دریافتی در تیمارهای حاوی جلبک کاهش معنی‌داری را در مقایسه با تیمار شاهد نشان دادند (P<۰/۰۵) و از نظر بقاء، ضریب تبدیل غذایی و شاخص وضعیت بین تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (p>۰/۰۵). تحقیقات متعددی در ارتباط با جایگزینی جلبک قرمز (*Porphyra* sp)به‌جای پودرماهی صورت گرفته است به‌عنوان مثال، Davies و همکاران (۱۹۹۷) نشان دادند که با افزایش میزان جلبک قرمز (*P. purpurea*) در جیره غذایی از ۹٪ به ۱۸٪ میزان رشد در ماهی کفال خاکستری پوزه ضخیم کاهش یافت.

هم‌چنین Stadtlander و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که جایگزینی ۳۰ درصد پودر ماهی با جلبک قرمز (*P. yezoensis*) منجر به کاهش رشد ماهی تیلاپیا(*Oreochromis niloticus*)شددرحالی‌که جایگزینی ۱۵٪ پودر ماهی با جلبک منجر به افزایش رشد در مقایسه با گروه شاهد گردید اما این افزایش معنی‌دار نبود که از این نظر با نتایج حاصل از این تحقیق، مطابقت نداشت. Choi و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که اضافه نمودن ۱۵ گرم/کیلوگرم عصاره جلبک قرمز (*P. yezoensis*) به جیره غذایی منجر به افزایش معنی‌دار میزان رشد روزانه و میزان وزن به‌دست آمده کفشک ماهی زیتونی در مقایسه با گروه شاهد شد که با نتایج حاصل از این تحقیق هم‌خوانی داشت. به‌نظر می‌رسد وجود عصاره جلبک در جیره‌های غذایی منجر به ذخیره انرژی متابولیکی به‌منظور رشد گردد (Stadtlander و همکاران، ۲۰۱۳). می‌توان گفت که میزان سطح بهینه مکمل غذایی برای ایجاد اثرهای مثبت بر شاخص‌های رشد در گونه‌های مختلف ماهی متفاوت است. هم‌چنین اثرات مثبت جلبک جانیا بر میزان رشد نشان می‌دهد که این جلبک به‌دلیل محتوای غنی و کامل خود، کمبودهای احتمالی در رژیم غذایی را از طریق تامین پروتئین، فیبر، ویتامین‌ها، عناصر معدنی جبران می‌کند. با افزایش غلظت جلبک جانیا به جیره غذایی، میزان پروتئین خام و رطوبت لاشه افزایش معنی‌داری را نشان داد و کم‌ترین میزان چربی خام در تیمار ۴ مشاهده شد می‌توان گفت که احتمالاً استفاده از مکمل غذایی جلبک کلرلا منجر به تنظیم واکنش‌های هورمونی در متابولیسم چربی شده که در نهایت منجر به سوخت و ساز ذخایر چربی برای تامین انرژی مورد نیاز بدن شده است. Choi و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که اضافه نمودن ۲۰ گرم عصاره جلبک قرمز (*P. yezoensis*) در هر کیلوگرم غذا منجر به افزایش معنی‌دار میزان چربی خام در کفشک ماهی زیتونی در مقایسه با گروه شاهد شد و از نظر عددی میزان پروتئین خام در تیمار حاوی ۲۰ گرم عصاره جلبک قرمز (*P. yezoensis*) بر کیلوگرم غذا افزایش یافت اما اختلاف معنی‌داری را با گروه شاهد نشان نداد که با نتایج به‌دست آمده از این تحقیق مطابقت نداشت می‌توان دلیل عدم مغایرت نتایج به‌دست آمده را ناشی از نوع گونه جلبک و نوع گونه ماهی دانست (Choi و همکاران، ۲۰۱۵) درحالی‌که Akbary و Shahraki (۲۰۱۵) نشان دادند که استفاده از ۱۵ گرم عصاره جلبک پادینا منجر به افزایش معنی‌دار میزان پروتئین در ماهی کفال خاکستری در مقایسه با تیمار شاهد شد که با نتایج این تحقیق هم‌خوانی داشت می‌توان گفت که وجود عصاره جلبک در جیره‌های غذایی باعث شده تا در فرآیند متابولیسم، پروتئین مسیر اصلی خود یعنی مسیر سنتز بافت را طی نموده و به شکل پروتئین ذخیره گردد (Ebrahimi و همکاران، ۲۰۱۳؛ Shalaby و همکاران، ۲۰۰۶). نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که استفاده از سطوح مختلف عصاره جلبک جانیا منجر به افزایش فعالیت آنزیم‌های گوارشی (آمیلاز و لیپاز) در مقایسه با شاهد شد درحالی‌که تیمار حاوی ۵ گرم عصاره جلبک در هر کیلوگرم غذا اختلاف معنی‌داری را

www.SID.ir

Archive of SID

از نظر میزان فعالیت پروتئاز با تیمار شاهد نشان نداد ولی تیمار ۳ و ۴ اختلاف معنی‌داری را در مقایسه با تیمار شاهد نشان داد. این نتایج با نتایج Akbary و Shahraki (۲۰۱۷) مطابقت داشت. آن‌ها گزارش کردند تغذیه کفال خاکستری با عصاره جلبک پادینا سبب بهبود عملکرد فعالیت آنزیم‌های گوارشی آمیلاز، لیپاز و پروتئاز در سطوح ۵، ۱۰ و ۱۵ گرم عصاره بر کیلوگرم غذا شد. افزایش فعالیت آنزیم‌های گوارشی می‌تواند به این علت باشد که افزودنی‌ها و چاشنی‌های مختلف گیاهی بر ترشح آنزیم‌های گوارشی موثر هستند و عملکرد جانوری را با تحریک ترشحات روده‌ای و تولیدات آنزیمی آمیلاز، لیپاز و پروتئاز بهبود می‌بخشند که منجر به افزایش قابلیت هضم و دسترسی منابع غذایی می‌شود(Citarasu، ۲۰۱۰). در کل، نتایج حاصل از تحقیق نشان داد که استفاده از مکمل غذایی جلبک جانیا منجر به بهبود عملکرد رشد (وزن نهایی، میزان افزایش‌وزن به‌دست‌آمده و نرخ‌رشد ویژه)، تغذیه (میزان غذای دریافتی، راندمان مصرف پروتئین و راندمان مصرف چربی)، ترکیب لاشه (پروتئین خام و چربی خام) و فعالیت آنزیم‌های گوارشی(آمیلاز و لیپاز) در مقایسه با شاهد شد. بیش‌ترین میزان افزایش وزن به‌دست آمده، راندمان مصرف پروتئین و راندمان مصرف چربی در ماهیان تغذیه شده با ۱۰ گرم عصاره جلبک بر کیلوگرم غذا مشاهده شد و بهترین کیفیت لاشه و فعالیت آنزیم‌های گوارشی (آمیلاز و لیپاز) در ماهیان تغذیه شده با ۱۵ گرم عصاره جلبک بر کیلوگرم غذا مشاهده شد. لذا استفاده از ۱۰ گرم عصاره جلبک جانیا در جیره غذایی ماهی کفال خاکستری پیشنهاد می‌شود هر چند رسیدن به سطح مناسب برای بهبود عملکرد رشد، تغذیه، ترکیب لاشه و آنزیم‌های گوارشی در این ماهی نیاز به تحقیق بیش‌تری دارد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از همکاری ریاست و پرسنل محترم مرکز تحقیقات شیلاتی آب‌های دور چابهار، کارشناس محترم آزمایشگاه تخصصی آسیب شناسی و پاتوبیولوژی صدف و آزمایشگاه شبکه دامپزشکی چابهار تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

۱. **Akbary, P. and Shahraki, N., 2017.** Effect of dietary supplementation of *Padina astraulis* (Hauck) extract on biochemical response and digestive enzyme activities of grey mullet. Iranian J of Fisheries Science, (Under published).

۲. **Akbary, P. and Shahraki, N., 2016.** Effect of *Padina* atraulis extract on growth, feed, fatty acids profile and carcass composition in *Mugil cephalus*. Iranian Scientific Fisheries Journal. Vol. 25, No. 2, pp:161-171.

۳. **AOAC. 1989.** Assosiation of Official Analytical Chemists (AOAC). Official Method of Analysis of the Assosiation of Official Analytical Chemists, 15th ed. Assosiation of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.

۴. **Borquez, A.; Serrano, E.; Dantagnan, D.; Carrasco, J. and Hernandez, A., 2010.** Feeding high inclusion of whole grain white lupin to rainbow trout effects on growth, nutrient digestibility, liver and intestine histology and muscle fatty acid composition. Aquaculture Res. Vol. 42, pp:1067-1078.

۵. **Chong, A.S.C.; Hashim, R. M.; Chow-Tang, L. and Ali, A.B., 2002.** Partial characterization and activities of protease from the digestive tract of discus fish (*Symphysodon aequifasciata*). Aquaculture. Vol. 203, pp: 321-331.

۶. **Choi, Y.H.; Lee, B.J. and Nam, T.J., 2015.** Effect of dietary inclusion of *Pyropia yezoensis* extract on biochemical and immune responses of olive flounder *Paralichthys olivaceus*. Aquaculture. Vol. 435, pp: 347-353.

۷. **Citarasu, T., 2010.** Herbal biomedicines a new opportunity for aquaculture industry. Aquacul Inter. Vol. 18, pp: 403-414.

۸. **Das, K.M. and Tripathi, S.D., 1991.** Studies on the digestive enzymes of grass carp, Aquaculture. Vol. 92, pp: 21-32.

۹. **Davies, S.J.; Brown, M.T. and Camilleri, M., 1997.** Preliminary assessment of the seaweed, *Porphyra purpurea*, in artificial diets for thick lipped grey mullet *Chelon labrosus*. Aquaculture. Vol. 152, pp: 249-258.

۱۰. **Dequara, S.; Jauncey, K. and Agius, C., 2003.** Enzyme activities and pH variations in the digestive tract of gilthead sea bream. Journal of Fish Biology. Vol. 62, pp:1033-1043.

۱۱. **Ebrahim Ebrahimi, I.; Tangestani, R.; Alizadeh Dvghyklayy, E. and Zare , P., 2013.** Effect of different levels of garlic essential oil on growth, feed and carcass composition of beluga *(Huso huso*) Rearing young. Journal of Marine Science and Technology. Vol. 11, pp:1-12.

۱۲. **El-Tawil, A., 2010.** Effects of Green Seaweeds (*Ulva* sp.) as Feed Supplements in Red Tilapia (*Oreochromis* sp.) diet on growth performance, feed utilization and body composition. Journal of Arabian Aquaculture Society. Vol. 5, pp: 179-193.

۱۳. **Gawlicka, A.; Parrent, B.; Horn, M. H.; Ross, N.; Opstad, I. and Torrissen, O.J., 2000.** Activity of digestive enzyme in yolk- sac larvae of Atlantic halibut indication of readiness for first feeding. Aquaculture. Vol. 184, pp: 304-314.

۱۴. **Geurden, I.; Cuvier, A.; Gondouin, E.; Olsen, R.E.; Ruohonen, K.; Kaushik, S. and Boujard, T., 2005.** Rainbow trout can discriminate between feeds with different oil sources. Physiology and Behavior. Vol. 85, pp: 107-114.

۱۵. **Harikrishnan, R.; Balasundaram, C. and Heo, M.S., 2012.** Effect of *Inonotus obliquus* enriched diet on hematology, immune response, and disease protection in kelp grouper, against *Vibrio harveyi*. Aquaculture. Vol. 344, pp: 48-53.

۱۶. **King, J., 1965.** Practical clinical enymology.363 pp D´van Nostrand Company Ltd, New York.

۱۷. **Lovell, R.T., 2002.** Diet and fish husbandry. In: Fish Nutrition (ed. by Halver, J.E.,), 3rd edn. Academic Press, San Diego, CA, USA. pp: 703-754.

۱۸. **Mustafa, M.G.; Wakamatsu, S.; Takeda, T.A.; Umino, T. and Nakagawa, H., 1995.** Effects of algae meal as feed additive on growth, feed efficiency, and body composition in red sea bream. Fisheries Science. Vol. 61, pp: 25-28.

۱۹. **Natalia, Y.; Hashim, R.; Ali, A. and Chong, A., 2004.** Characterization of digestive enzymes in acarnivorous ornamental fish, the Asian bony tongue *Scleropages formosus*. Aquaculture. Vol. 233, pp: 305-320.

۲۰. **Porfaraj, V.; Karami, M.; Nezami, S.A.; Rafiee, G.R.; Khara, H. and Hamidoghli, A., 2013.** Study of some biological features of Mullets in Iranian coasts of the Caspian Sea. J of Utiliz & Cultivation of Aquatics. Vol. 2, pp: 97-110.

۲۱. **Soler-Vila, A.; Coughlan, S.; Guiry, M. and Kraan, S., 2009.** The red alga *Porphyra dioica* as a fish-feed ingredient for rainbow trout): effects on growth, feed efficiency, and carcass composition. Journal of Applied Phycology. Vol. 21, No. 5, pp: 617-624.

۲۲. **Taboada C.; Millan R. and Miguez I., 2013.** Evaluation of the marine alga *Ulva rigida* as a food supplement: effect of intake on intestinal, hepatic, and renal enzyme activities in rats. Journal of Medicinal Food. Vol. 14, pp: 161-166.

۲۳. **Valente, L.P.; Araújo, M.; Batista, S.; Peixoto, M.; Sousa Pinto, I.; Brotas, V.; Cunha, L. and Rema, P., 2015.** Carotenoid deposition, flesh quality and immunological response of Nile tilapia fed increasing levels of IMTA cultivated *Ulva* spp. J of applied phycology. Vol. 1, pp: 1-11.

۲۴. **Valente, L.; Gouveia, A.; Rema, P.; Matos, J. and Gomes, E., Pinto, I., 2006.** Evaluation of three seaweeds Gracilaria *bursa-pastoris*, *Ulva rigida* and *Gracilaria cornea* as dietary ingredients in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles. Aquaculture. Vol. 252, No. 1, pp: 85-91.

۲۵. **Wahli, T.; Verlhac, V.; Griling, P.; Gabaudan, J. and Aebischer, C., 2003.** Influence of dietary vitamin C on the wound healing process in rainbow trout. Aquacul. Vol. 225, pp: 371-386.

۲۶. **Wassef, E.A.; El Masry, M.H. and Mikhail, F.R., 2001.** Growth enhancement and muscle structure of striped mullets, fingerlings by feeding algal meal-based diets. Aquaculture Research. Vol. 32, pp: 315-322.

۲۷. **Zheng, K.; Liang, M.; Yao, H.; Wang, J. and Chang, Q., 2012.** Effect of dietaryfish protein hydrolysate on growth, feed utilization and IGF-I levels of Japaneseflounder. Aquaculture Nutrition. Vol. 18, pp: 297-303.

۲۸. **Stadtlander, T.; Khalil, W.K.B.; Focken, U. and Becker, K., 2013.** Effects of low and medium levels of red alga nori in the diets on growth, feed utilization and metabolism in intensively fed Nile tilapia. Aquacul Nut. Vol. 19, pp: 64-73.

۲۹. **Shalaby, A.M.; Khattab, Y.M. and Abdel rahman, A.M., 2006.** Effects of garlic and chloramphenicol on growth performance, physiological parameters and survival of Nile Tilapia. J of Venomous Animimals & Toxins Including Tropical Diseases. Vol. 12, pp: 172-201.

www.SID.ir